

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-126000

(43) 公開日 平成10年(1998) 5月15日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

F I

H 0 1 S 3/18

H 0 1 S 3/18

G 0 2 B 6/42

G 0 2 B 6/42

H 0 1 L 31/0232

H 0 1 L 33/00

M

33/00

31/02

C

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号

特願平8-275916

(22) 出願日

平成8年(1996)10月18日

(71) 出願人 000004226

日本電信電話株式会社

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号

(72) 発明者 市川 二三夫

東京都新宿区西新宿3丁目19番2号 日本

電信電話株式会社内

(72) 発明者 福田 光男

東京都新宿区西新宿3丁目19番2号 日本

電信電話株式会社内

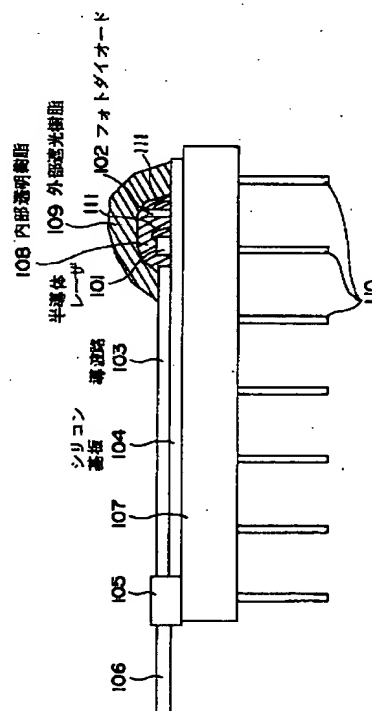
(74) 代理人 弁理士 吉田 精孝

(54) 【発明の名称】 光半導体装置モジュール

(57) 【要約】

【課題】 光結合及び固定が容易で、組立時間が短縮でき、安価に製造できる上に、安定性にも優れた光半導体装置モジュールを提供する。

【解決手段】 半導体光素子と、前記半導体光素子と前記導波路が光学的に結合する部分とを、前記半導体光素子を破壊する熱歪みを発生せず且つ前記半導体光素子が発光又は受光する光の波長で透明な第1の樹脂108で覆い、前記第1の樹脂108の外部を前記光半導体装置モジュールが使用される環境中の光に対して不透明且つ湿気を遮断する第2の樹脂109で覆う、いわゆる二重樹脂封止構造とした。これにより、光結合や部材固定が容易で、組立時間が短縮できる上に、熱的不安定性と熱歪により、素子が破壊されることがなく、外部との光の入出力も十分に行え、しかも、外部からの漏れ光(例えば太陽光)による雑音の発生がなく、十分な信号/雑音比が得られる。従って、安定性に優れた光半導体装置モジュールを安価に提供できる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 単数乃至複数の半導体光素子と、前記半導体光素子が光学的に結合する導波路と、前記半導体光素子及び前記導波路を搭載する基板とを備えた光半導体装置モジュールにおいて、

前記半導体光素子と、前記半導体光素子と前記導波路が光学的に結合する部分とを、前記半導体光素子を破壊する熱歪みを発生せず且つ前記半導体光素子が発光又は受光する光の波長で透明な第1の樹脂で覆い、

前記第1の樹脂の外部を前記光半導体装置モジュールが使用される環境中の光に対して不透明で且つ湿気を遮断する第2の樹脂で覆った、

ことを特徴とする光半導体装置モジュール。

【請求項2】 前記第1の樹脂が、シリコン樹脂であることを特徴とする請求項1に記載の光半導体装置モジュール。

【請求項3】 前記第2の樹脂が、エポキシ樹脂であることを特徴とする請求項1に記載の光半導体装置モジュール。

【請求項4】 前記第1の樹脂が、シリコン樹脂であるとともに、前記第2の樹脂が、エポキシ樹脂であることを特徴とする請求項1に記載の光半導体装置モジュール。

【請求項5】 前記半導体光素子が、半導体発光素子又は半導体受光素子のいずれか一方又は双方であることを特徴とする請求項1乃至4のいずれか1項記載の光半導体装置モジュール。

【請求項6】 前記半導体光素子が、アレイ構造を有することを特徴とする請求項1乃至5のいずれか1項記載の光半導体装置モジュール。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、製作が容易で、安定性にも優れた安価な光半導体装置モジュールに関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来、半導体レーザや発光ダイオード等の光半導体装置においては、光モジュールとしての長期安定性を確保するために、酸素や湿気が直接半導体光素子に触れないように気密封止構造が採用されている。この気密封止構造では、半導体光素子は窒素等の不活性ガスにより気密封止された状態で、その出力光をレンズ等の光結合系により光ファイバに結合される構造となっているが、この気密封止が不十分で酸素や湿気が直接半導体光素子に触れると半導体光素子の酸化が発生し、素子の劣化を引き起こすことになる。このような気密封止構造は、光素子のみを対象とするものと、光素子及び光結合系全体を対象とするものとに大別される。

【0003】図3は光素子のみを気密封止対象とする光半導体装置モジュールの従来例を示すものである。図に

おいて301は半導体レーザ、302はモニタ用フォトダイオードで、ステム303の突起部304に取り付けられている。305は頂部中央に光取り出し窓306を形成したパッケージキャップで、底部がステム303に気密に取り付けられることにより、半導体レーザ301、モニタ用フォトダイオード302の気密封止構造が実現される。308はレンズ307の取付筒体、309は光ファイバ接続部310の取付筒体である。光ファイバ接続部310には、光導波路311、光ファイバコード312が固定されている。313はパッケージキャップ305と取付筒体308との接合部、314は取付筒体308と取付筒体309との接合部、315は電気入出力端子である。

【0004】この様な光半導体装置モジュールでは、半導体レーザ301やモニタ用フォトダイオード302等の光素子がステム304にボンディングされた後、窒素雰囲気中でパッケージキャップ305により前述の如くパッケージングされ、気密封止される。ここで、光取り出し窓306はキャップ305の一部に窓をあけサファイアガラス等を低融点ガラス等で固定し形成される。その後、半導体レーザ301の出力光をモニタ用フォトダイオード302の出力を利用してモニタしながらレンズ307や光ファイバコード312の位置をそれぞれ微調し、光ファイバへの光結合が最大になる点でそれぞれの部材を半田やレーザ熔接等により固定し、組み立てが完了する。

【0005】図4は光素子及び光結合系全体を気密封止対象とする光半導体装置モジュールの従来例を示すものである。図において401は半導体レーザで、シリコン基板400に、また、402はモニタ用フォトダイオードで、同じくシリコン基板403にそれぞれ取り付けられている。404、405はレンズからなる光結合系で、基台406に固定されている。407は光導波路408の固定部、409は光ファイバコード410の取付筒体、411はサーミスタである。シリコン基板400及び403、基台406、固定部407、サーミスタ411は、ペルチェ素子412に隣接したサブマウント413に所定配列で取り付けられる。415は前記各部材全体を覆って気密封止する金属フレーム、416は電気入出力端子である。

【0006】この様な光半導体装置モジュールは、先ず、金属フレーム415上で半導体レーザ401やモニタ用フォトダイオード402等の光素子を半田等でマウントした後、半導体レーザ401の出力光をモニタ用フォトダイオード402の出力を利用してモニタしながらレンズ404、405や光ファイバコード410の位置をそれぞれ微調し、光ファイバへの光結合が最大になる点でそれぞれの部材が半田やレーザ熔接等により固定され、光結合系の組み立てが完了する。その後、それら全体が窒素雰囲気中で気密封止される。

3

【0007】前述したいずれの光半導体装置モジュールにしても、気密封止を実施しつつ光結合系の組み立てを完了するには、光軸調整及び固定、さらにレーザ熔接や半田固定等の煩雑な工程と組立時間が必要となる。ここで、光半導体装置が受光用装置の場合では光結合の際のモニタは光ファイバを通して外部より光を入射し、受光装置の出力をモニタしつつ光軸調整や固定作業が実施されるが、組立の煩雑さは発光装置の場合と同様である。

【0008】また、これらの光半導体装置モジュールを動作させるには、図3又は図4に示した光半導体装置モジュール内の光半導体装置に直接電気変調信号を印加し、光出力を変調することにより達成される。この変調された光信号は光ファイバ中を伝送され、信号を伝えることになる。通常はこの動作が達成されればこの光半導体装置モジュールは装置又はシステム等へ適用できることになる。しかし、実際の装置又はシステムでは動作時間が十万時間以上と非常に長期に亘って安定に動作することが要求される。これらの安定動作の阻害要因としては半導体光素子そのものの劣化・故障、光結合系のずれ等が挙げられる。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】以上述べたように、長期安定性を満足し、容易に安価な光半導体装置モジュールを製作することは極めて困難なことである。さらに、光結合を確保しながら半導体発光装置及び半導体受光装置の1次元アレイさらには光回路を含んだ装置を容易に組み立てるのはほとんど不可能に近いものである。

【0010】一方、半導体光装置の材料であるIII-V族化合物半導体に比べ、硬くて丈夫なシリコンをベースとしたLSI等の電子デバイスではモジュール組立工程を簡略化し、経済化するために樹脂封止が一般的になっている。しかし、LSIの樹脂封止技術をそのままIII-V族化合物半導体へ適用して半導体装置を封止しようとすると封止温度の高いこと及び樹脂の熱膨張係数の大きいことに起因する熱的不安定性と熱歪により、素子が破壊されることが多かった。また、半導体光装置では外部との入出力が光であるため、それらの光に対して透明な樹脂である必要があった。さらに、外部からの漏れ光（例えば太陽光）があるとそれらは雑音になり、十分な信号／雑音比が得られないという問題もあった。

【0011】本発明の目的は上記の問題点に鑑み、光結合及び固定が容易で、組立時間が短縮でき、安価に製造できる上に、安定性にも優れた光半導体装置モジュールを提供することにある。

【0012】

【課題を解決するための手段】本発明は上記の目的を達成するために、単数乃至複数の半導体光素子と、前記半導体光素子が光学的に結合する導波路と、前記半導体光素子及び前記導波路を搭載する基板とを備えた光半導体装置モジュールにおいて、前記半導体光素子と、前記半

4

導体光素子と前記導波路が光学的に結合する部分とを、前記半導体光素子を破壊する熱歪みを発生せず且つ前記半導体光素子が発光又は受光する光の波長で透明な第1の樹脂で覆い、前記第1の樹脂の外部を前記光半導体装置モジュールが使用される環境中の光に対して不透明で且つ湿気を遮断する第2の樹脂で覆った。前記第1の樹脂は、好ましくはシリコン樹脂であり、前記第2の樹脂は、好ましくはエポキシ樹脂である。また、前記第1の樹脂をシリコン樹脂とし、前記第2の樹脂をエポキシ樹脂としてもよい。さらに、前記半導体光素子は、半導体発光素子又は半導体受光素子のいずれか一方又は双方とする。さらにまた、前記半導体光素子はアレイ構造とすることができる。

【0013】本発明によれば、従来の気密封止構造に代えて、前記半導体光素子と、前記半導体光素子と前記導波路が光学的に結合する部分とを、前記半導体光素子を破壊する熱歪みを発生せず且つ前記半導体光素子が発光又は受光する光の波長で透明な第1の樹脂で覆い、前記第1の樹脂の外部を前記光半導体装置モジュールが使用される環境中の光に対して不透明で且つ湿気を遮断する第2の樹脂で覆う、いわゆる二重樹脂封止構造としたので、光結合や部材固定が容易で、組立時間が短縮できる上に、熱的不安定性と熱歪により、素子が破壊されることがなく、外部との光の入出力も十分に行え、しかも、外部からの漏れ光（例えば太陽光）による雑音の発生がなく、十分な信号／雑音比が得られる。従って、安定性に優れた光半導体装置モジュールを安価に提供できる。

【0014】

【発明の実施の形態】以下、図1に基づいて本発明の一実施形態を説明する。図において、101は半導体光素子、例えば半導体レーザ、102は半導体光素子、例えばレーザ出力モニタ用フォトダイオード、103は導波路、104は半導体レーザ101、フォトダイオード102、導波路103を搭載するシリコン基板、105は光ファイバ接続部、106は光ファイバコード、107はシリコン基板104、光ファイバ接続部105を取り付けるステムである。108は半導体レーザ101、フォトダイオード102及び導波路103の先端部を覆う内部透明樹脂で、前記半導体光素子を破壊する熱歪みを発生せず且つ前記半導体光素子が発光又は受光する光の波長で透明な樹脂、例えばシリコン樹脂である。109は内部透明樹脂108の外側を覆う外部遮光樹脂で、光半導体装置モジュールが使用される環境中の光に対して不透明で且つ湿気を遮断する樹脂、例えばエポキシ樹脂である。110は電気入出力端子、111はボンディングワイヤである。

【0015】次に組立方法を説明する。まず、半導体レーザ101、フォトダイオード102を光軸調整なしのいわゆるパッシブアライメントでシリコン基板104にマウントする。この状態で半導体レーザ101及びフォ

トダイオード102と導波路103間を内部透明樹脂108で覆い、加熱又は紫外線照射等の方法で固定した。この内部透明樹脂としてはシリコン樹脂を用いた。その後、内部透明樹脂108の外側を外部遮光樹脂109により覆うことにより、遮光性や耐湿性を持たせた。この外部遮光樹脂としては添加剤を含有したエポキシ樹脂を用いた。それぞれ樹脂の固化温度が250℃以下と半導体レーザやモニタ用フォトダイオードのボンディング時に使用したAuSn半田(Au:80%/Sn:20%)の融点より低いため、樹脂封止時の半田の不安定性に起因したモジュールの劣化はなかった。その後、光ファイバ接続部105で導波路103からの出射光を光ファイバコード106へ結合させる。

【0016】本発明のような樹脂封止技術をスポットサイズ変換付き1.3μm帯の埋め込み型InGaAsP/InP MQWレーザに適用したところ、導波路として垂直カットの6μm×6μmの石英導波路を用いた場合には結合損失として、レンズ等を使用していないにも拘らず、4dB程度のものが比較的容易に得られた。また、組立に要する時間は従来の気密封止構造のものに比べ1/10程度に短縮され、主に樹脂の固化に要する時間で律速された。さらに、これらの樹脂封止技術を適用したモジュールを50℃の雰囲気(大気中)でファイバ光出力-3dBmで通電したところ、目立った劣化はなかった。また、-40℃から+85℃の温度サイクル試験においても、図2に示すように、樹脂により二重封止した試料ではモジュールに劣化は観測されなかった。エポキシ樹脂単体のものでは数百サイクル以内に総てのモジュールがひび割れなどに起因した故障が発生した。

【0017】以上の実施形態では、導波路に光学的に結合する半導体光素子は1つであるが、半導体光素子は1つに限られるものではなく複数であっても良い。例えば、導波路として光ファイバから出力される波長1.5μmの光を光受光素子に導く第1の導波路と、波長1.3μmで発光する半導体レーザからの信号光が入力し第1の光導波路に結合する第2の導波路とからなる枝分かれした導波路と、前記光受光素子と、前記半導体レーザと、基板と、光ファイバとを備えた光半導体装置モジュールを、樹脂で二重封止して長期間安定に動作させることができる。このような光半導体装置モジュールは、光送受信モジュールとして機能する。すなわち、光ファイバを通して来た光を受光して電気信号に変換するとともに、電気信号を光に変換し光ファイバに送り出す機能を有している。

【0018】また、本発明によると気密封止が不要になるため、半導体光素子が多数配列された半導体光素子アレイと、導波路と、基板と、光ファイバを備えた光半導体装置モジュールを、樹脂で二重封止することもできる。例えば、発光波長の異なる半導体レーザが並列に並べられた半導体レーザアレイと、半導体レーザの数だけ枝分かれした導波路と、基板と、光ファイバからなる光半導体装置モジュールを樹脂で二重封止して、長期間安定に動作させることができる。

【0019】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、従来の気密封止構造に代えて、二重樹脂封止構造としたので、光結合や部材固定が容易で、組立時間が短縮できる上に、熱的不安定性と熱歪により、素子が破壊されることがなく、外部との光の入出力も十分に行え、しかも、外部からの漏れ光(例えば太陽光)による雑音の発生がなく、十分な信号/雑音比が得られる。従って、安定性に優れた光半導体装置モジュールを安価に提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態を示す光半導体装置モジュールの概略構成図

【図2】本発明の温度サイクル試験結果の一例を示す図

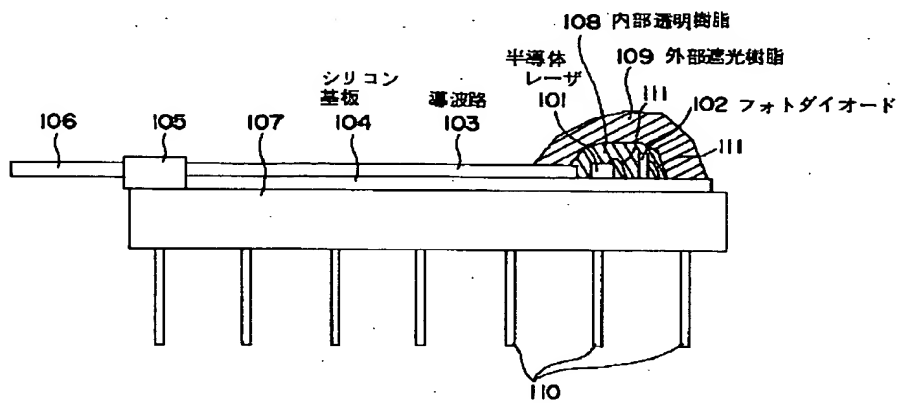
【図3】従来例を示す光半導体装置モジュールの概略構成図

【図4】他の従来例を示す光半導体装置モジュールの概略構成図

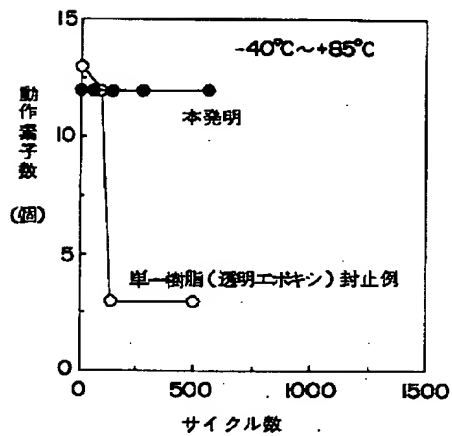
【符号の説明】

101;半導体レーザ、102;モニタ用フォトダイオード、103;導波路、104;シリコン基板、105;光ファイバ接続部、106;光ファイバコード、107;ステム、108;内部透明樹脂、109;外部遮光樹脂

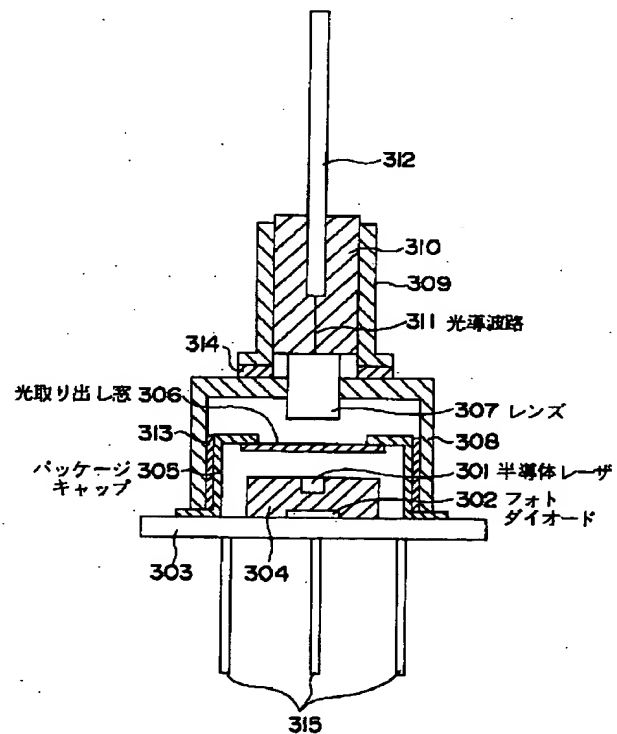
【図1】



【図2】



【図3】



【図4】

